

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-198337

(43) 公開日 平成7年(1995)8月1日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/00	H			
G 0 6 T 7/60		9061-5L	G 0 6 F 15/ 70	3 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-354179

(22) 出願日 平成5年(1993)12月29日

(71) 出願人 000139403

株式会社ワコム

埼玉県北埼玉郡大利根町豊野台2丁目510  
番地1

(72) 発明者 小川 保二

埼玉県北葛飾郡鷺宮町桜田5丁目23番4  
株式会社ワコム中央研究所内

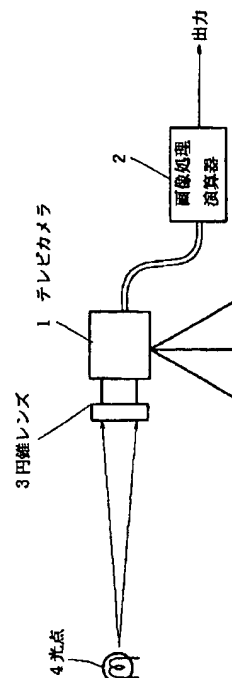
(74) 代理人 弁理士 鈴木 晴敏

(54) 【発明の名称】 光点位置計測装置及び光点位置計測方法

(57) 【要約】

【目的】 微弱な光を発する光点であっても高い精度で位置計測を可能とする。

【構成】 光点位置計測装置は被測定物体を撮像するテレビカメラ1と、これに接続された画像処理演算器2とを有する。テレビカメラ1の対物レンズに円錐レンズ3を取り付け、被測定物体に含まれる光点4を環状像に変換してテレビカメラ1の撮像面に投影させる。画像処理演算器2は環状像を統計的に処理して光点4の位置を割り出す。例えば、環状像の重心演算を行なって光点の位置を割り出す。あるいは、環状像に対して最小2乗法による円近似を行なって光点の位置を割り出す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定物体を撮像するテレビカメラと、これに接続された画像処理演算手段とを有する光点位置計測装置において、該テレビカメラの対物レンズに円錐レンズを取り付け、被測定物体に含まれる光点を環状像に変換して該テレビカメラの撮像面に投影させるとともに、該画像処理演算手段は、該環状像を統計的に処理して該光点の位置を割り出す事の特徴とする光点位置計測装置。

【請求項2】 該画像処理演算手段は、該環状像の重心演算を行なって該光点の位置を割り出す事の特徴とする請求項1記載の光点位置計測装置。

【請求項3】 該画像処理演算手段は、該環状像に対して最小2乗法による円近似を行なって該光点の位置を割り出す事の特徴とする請求項1記載の光点位置計測装置。

【請求項4】 テレビカメラの対物レンズに円錐レンズを取り付け、被測定物体に含まれる光点を前記円錐レンズによって環状像に変換して前記テレビカメラの撮像面に投影させ、撮像された該環状像を統計的に画像処理演算して該光点の位置を割り出す事の特徴とする光点位置計測方法。

【請求項5】 該環状像の重心演算を行なって該光点の位置を割り出す事の特徴とする請求項4記載の光点位置計測方法。

【請求項6】 該環状像に対して最小2乗法による円近似を行なって該光点の位置を割り出す事の特徴とする請求項4記載の光点位置計測方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は直接的又は間接的に光を発する点光源の位置を、撮像デバイスを利用して測定する光点位置計測装置及び光点位置計測方法に関する。より詳しくはかかる光点位置計測方式の高精度化技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、例えば地滑り等の挙動監視を行なう場合、山の斜面に等間隔で点光源からなるターゲットを設置して、各点光源から直接的又は間接的に発する光線を遠方よりテレビカメラで撮像し、その画像信号を解析して個々のターゲットの位置を割り出していた。特に、各ターゲットの三次元偏位情報が必要な場合には、テレビカメラを2台使用するステレオ法が良く利用されている。この様な監視システムにおいて測定精度を上げる為には、テレビカメラの分解能を向上させる必要がある。しかしながら、その為にはテレビカメラに組み込まれるCCDイメージセンサ等の撮像デバイスの素子数を大幅に増やさなければならないが、これは製造技術上困難である。

【0003】撮像デバイスの素子数を増加させる事なく見掛け上分解能を改善する為の技術が提案されており、例えば特開昭60-218002号公報に開示されている。これによれば、テレビカメラのレンズにクロスフィルタを取り付け、各ターゲットからの光線をクロスフィルタによってストリーク状の十文字像に変換し、撮像デバイスの受光面に投影させている。この投影像を画像処理し十文字像の交点を算出して各ターゲットを構成する点光源の位置を割り出すものである。

## 10 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらこの様な従来技術では、光点位置検出の精度を上げる為には、強い光を発する光源を使用しなければならないという欠点があった。クロスフィルタによって変換される光点のストリーク状の十文字像は、主たる光のパワーが中心に集まっており、周辺に分散している光のパワーは微々たるものである。この為光のパワーが有効に利用されていない。結果的に、位置検出の精度を上げる為には光点から発する光のパワーを上げざるを得ない。換言すると、光点からの光がある程度強くないとストリーク状の十文字像が鮮明に生じない為、感度が悪いという欠点がある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上述した従来の技術の課題に鑑み本発明は微弱な光を発する光点であっても高い精度で位置計測を可能とする事を目的とする。かかる目的を達成する為以下に手段を講じた。即ち、本発明にかかる光点位置計測装置は基本的な構成として、被測定物体を撮像するテレビカメラと、これに接続された画像処理演算手段とを有する。特徴事項として、該テレビカメラの対物レンズに円錐レンズを取り付け、被測定物体に含まれる光点を環状像に変換して該テレビカメラの撮像面に投影させる。一方、画像処理演算手段は該環状像を統計的に処理して光点の位置を割り出す。具体的には、該環状像の重心演算を行なって該光点の位置を割り出す事ができる。あるいは、該環状像に対して最小2乗法による円近似を行なって、該光点の位置をサブピクセルのレベルで割り出す様にしても良い。

40 【0006】本発明にかかる光点位置計測方法では、テレビカメラの対物レンズに円錐レンズを取り付け被測定物体に含まれる光点を前記円錐レンズによって環状像に変換して前記テレビカメラの撮像面に投影させている。さらに、撮像された該環状像を統計的に画像処理演算して光点の位置をサブピクセルのオーダーで割り出す。具体的には、環状像の重心演算を行なって光点の位置を求める。あるいは、環状像に対して最小2乗法による円近似を行なって光点の位置を割り出す様にしても良い。

## 【0007】

【作用】本発明によれば円錐レンズを用いて光点を環状像に変換している。これにより、光のパワーを均一に周

辺に分散させる事ができるとともに、シャープに分布させる事が可能である。かかる環状像を統計的に画像処理演算してその中心座標をサブピクセルのオーダーで求める。この中心座標が光点の位置に対応している。

【0008】

【実施例】以下図面を参照して本発明の好適な実施例を詳細に説明する。図1は本発明にかかる光点位置計測装置の基本的な構成を示すブロック図である。図示する様に本装置はテレビカメラ1を備えており被測定物体を撮像する。又画像処理演算器2がテレビカメラ1に接続されている。本発明の特徴事項として、テレビカメラ1の対物レンズに円錐レンズ3が取り付けられており、被測定物体に含まれる光点4を環状像に変換して、テレビカメラの撮像面に投影させる。画像処理演算器2はこの環状像をテレビカメラ1から取り込み統計的に処理して光点4の位置を割り出す。換言すると、環状像の中心座標を求め、これを光点の位置として出力する。具体的には、画像処理演算器2は環状像の重心演算を行なってその中心を求め光点4の位置を割り出す。あるいはこれに代えて、環状像に対して最小2乗法による円近似を行なってその中心座標を求め、光点の位置を割り出す様にしても良い。

【0009】図2は、図1に示した光点位置計測装置の幾何光学図である。図示する様にテレビカメラ1は対物レンズ5とCCDイメージセンサ6を有している。さらに対物レンズ5には円錐レンズ3が取り付けられている。円錐レンズ3の下側断面部を通過した光点4からの光束a1、a2は、対物レンズ5を介してCCDイメージセンサ6の結像点Aに入射する。又、円錐レンズ3の上側断面部を通過した光線4からの光束b1、b2は対物レンズ5を介してCCDイメージセンサ6上の結像点Bに集束する。仮に円錐レンズ3がない場合には、光点4から発した光束は対物レンズ5によりCCDイメージセンサ6上の結像点Cに集束する。円錐レンズ3の屈折を受けた結果、CCDイメージセンサ6の撮像面には環状像7が投影される事になる。図から理解される様に、本来結像点Cに集束すべき光束が、円錐レンズ3を取り付ける事により光のパワーが均一に周辺に分散される。さらに、比較的シャープな状態で環状に分布される。点像がシャープな環状像に変換され、光のパワーが周辺に均一に分散されるので、光源光が微弱であっても有効に利用され、この環状像の中心を求める事により光点位置を非常に高い精度で安定に計測する事ができる。

【0010】次に図3及び図4を参照して、環状像の重心演算を行なって光点の位置を割り出す方法を詳細に説明する。図3はCCDイメージセンサの撮像面に投影された1個の環状像7を表わしている。以下の重心演算を高速で行なう為、環状像7を含む範囲にウィンドウ8を設定している。このウィンドウ8は例えば16×16個の画素(ピクセル)9を含んでいる。各画素9の濃度に

応じたレベルを有する信号がCCDイメージセンサにより出力される。画素9の各行はJ=0~15の番号で表わされ、各列はI=0~15の番号で表わされる。

【0011】次に図4のフローチャートを参照して図3に示した環状像7の重心演算手順を詳細に説明する。先ず光点位置計測装置を起動した後、ステップS1でテレビカメラより画像を入力し、予め定められたスレショルドレベル以下の信号をカットし、0にする。これにより各画素について画素データA[I, J]を得る。次にステップS2で、画素データA[I, J]を各々のIに対してJ方向へ加算する。この演算は以下の数式により表わされる。

【数1】

$$F(I) = \sum_{J=1}^{15} A(I, J)$$

次にステップS3において、以下の数式で示す様にF[I]の重心を求め中心X座標とする。

【数2】

$$X = \sum_{I=1}^{15} (I \cdot F(I)) / \sum_{I=1}^{15} F(I)$$

さらにステップS4で、画素データA[I, J]を各々のJに対してI方向へ加算する。この演算は以下の数式により表わされる。

【数3】

$$G(J) = \sum_{I=1}^{15} A(I, J)$$

次にステップS5において、以下の数式で示す様にG[J]の重心を求め中心Y座標とする。

【数4】

$$Y = \sum_{J=1}^{15} (J \cdot G(J)) / \sum_{J=1}^{15} G(J)$$

最後にステップS6で中心座標の組(X, Y)を光点位置を表わすデータとして出力し処理を終了する。

【0012】続いて図5ないし図7を参照して、最小2乗法を用いた光点位置の割り出し方法を詳細に説明する。図5はCCDイメージセンサ6の撮像面に投影された環状像を表わしている。本例では3個の環状像71~73が映し出されている。特に、環状像72と73は互に一部重複している。

【0013】図6は、図5に示した各環状像71~73の認識処理及びマスク処理に用いられるドーナツ型オペレータ10を示す模式図である。このドーナツ型オペレータ10は12×12の画素数を有しており、環状に画素レベル1が配列されている。環状領域を除く中心部及び周辺部には画素レベル0が与えられる。このドーナツ型オペレータ10を用いて各環状像の認識を行なう場合

5

には、入力画像から逐次着目画素を選択し、これにドーナツ型オペレータ10の中心を整合させる。着目画素の12×12近傍に対して入力画像の画素データとドーナツ型オペレータ10に含まれる画素データの重畳積分（積和演算）を行ない、その結果を着目画素に割り当てる。この様にして全ての画素に渡って変換された入力画像のピーク分布を求める事により各環状像71～73を認識する事ができる。又、このドーナツ型オペレータ10を用いて各環状像のマスク処理を行なう場合には、予め認識された位置にこのマスクを合わせ、入力画像の各画素データと対応するオペレータの画素データとの間で乗算演算を行なえば良い。この結果、例えば互いに一部重なった環状像72と73を分離する事が可能である。

【0014】図7のフローチャートを参照して最小2乗法による光点位置の割り出し手順を説明する。先ず最初に光点位置計測装置を起動した後、ステップP1で入力画像に対しドーナツ型オペレータを用いて重畳積分を行ない、その結果得られたピークの分布により個々の環状像を認識する。次にステップP2で、認識された複数の環状像のうち何れか1個を選択する。この選択された環状像に対して所定の処理を行なう。即ちステップP3で、ドーナツ型オペレータによりマスク処理を行ない、この結果を2値値して座標点列を求める。この座標点列は選択された環状像に含まれる画素の列からなるものである。続いてステップP4で、座標点列に対して最小2乗法を適用し円近似を行なって環状像の中心座標を求める。最後にステップP5で、全ての環状像の処理が終了したかどうかを判断する。終了していない場合にはステップP3に戻り、次の環状像に対して同様な処理を繰り返す。

【0015】最後にステップP4で行なわれた最小2乗法による円近似を具体的に説明する。N個の画素データからなるデジタル座標点列 $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ , ...,  $(x_N, y_N)$ が与えられた時、中心 $(a, b)$ 、半径 $c$ を有する円の最小2乗法による近似は以下の方法により求められる。先ず最初に、以下の数式に示す様にマトリクスA、B及びベクトルXを定義する。

【数5】

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} 2x_1 & 2y_1 & -1 \\ 2x_2 & 2y_2 & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 2x_N & 2y_N & -1 \end{matrix} \end{matrix} \quad B = \begin{matrix} \begin{matrix} x_1^2 + y_1^2 \\ x_2^2 + y_2^2 \\ \vdots \\ x_N^2 + y_N^2 \end{matrix} \end{matrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} a \\ b \\ a^2 + b^2 - c^2 \end{pmatrix}$$

一方個々の2値値されたデジタル座標点列に対して、エラー項 $f(x_i, y_i)$ は以下の数式により与えられる。なお $i = 1 \sim N$ である。

$$f(x_i, y_i) = x_i^2 + y_i^2 - 2ax_i - 2by_i + a^2 + b^2 - c^2$$

上記に示したエラー項の値を0とした時マトリクス表記で表わすと $AX=B$ となる。

【0016】一般に、最小2乗法では以下の数式により表わされるエラー項の2乗和が最小となる様に定数 $a$ ,  $b$ ,  $c$ を定める。

【数6】

$$\sum_{i=1}^N f^2(x_i, y_i)$$

2乗和が最小となる為の解は周知の公式により以下の数式で表わされる。

$$X = (A^t A)^{-1} A^t B$$

上記マトリクス演算を実行すると、最小2乗法による近似円が求められ $a$ ,  $b$ ,  $c$ が決定する。即ち、中心 $(a, b)$ の値により光点位置が得られた事になる。

【0017】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明によれば、テレビカメラの対物レンズに円錐レンズを取り付ける事により、光点がシャープな環状像に変換され、光のパワーが周辺に均一に分散される。従って、光点の発する光が微弱であっても光が有効に利用され、この環状像の中心を統計的に求める事で光点位置を非常に高精度で安定に計測する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる光点位置計測装置の基本的な構造を示すブロック図である。

【図2】図1に示した光点位置計測装置の光学構成を示す線図である。

【図3】CCDイメージセンサに投影された環状像の拡

大平面図である。

【図4】本発明にかかる光点位置計測方法の一例を示すフローチャートである。

【図5】CCDイメージセンサに投影された複数の環状像を示す平面図である。

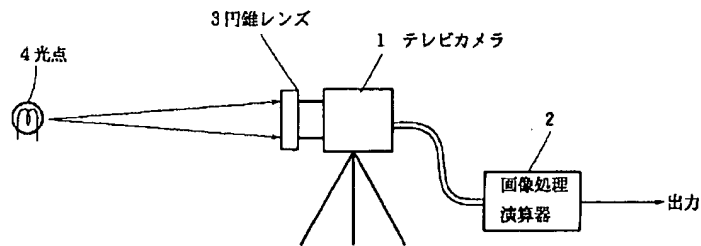
【図6】ドーナツ型オペレータを示す模式図である。

【図7】本発明にかかる光点位置計測方法の他の例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 テレビカメラ
- 2 画像処理演算器
- 3 円錐レンズ
- 4 光点
- 5 対物レンズ
- 6 CCDイメージセンサ
- 7 環状像

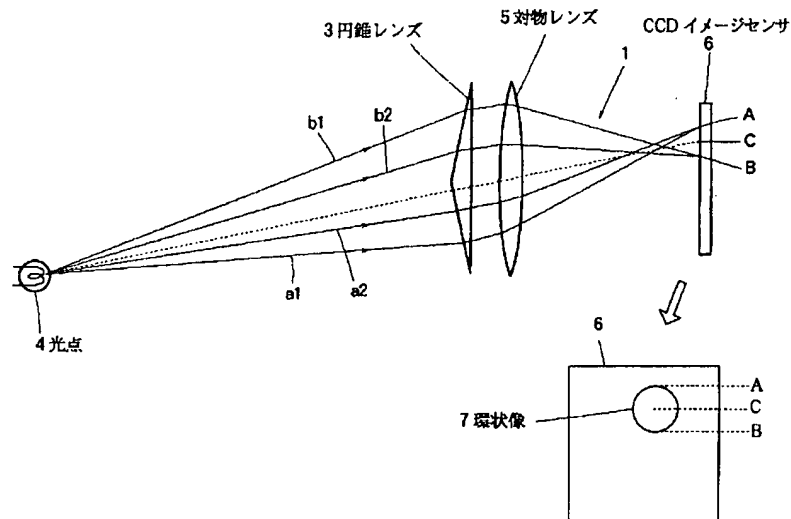
【図1】



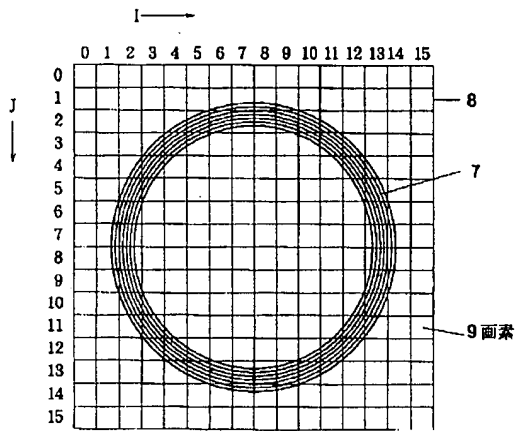
【図6】

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

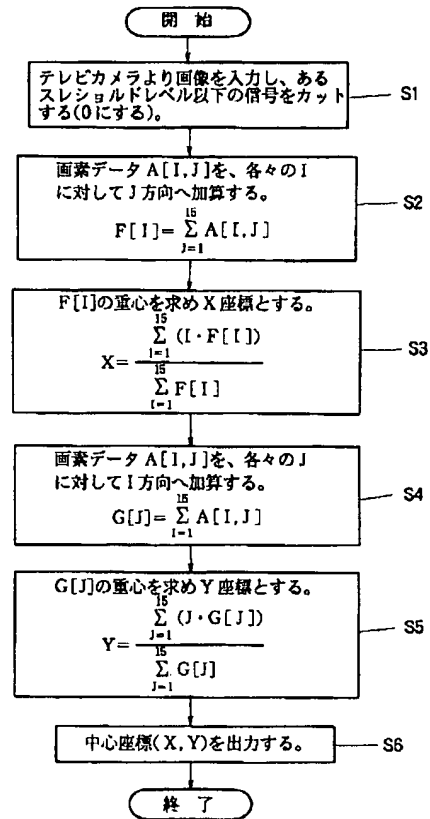
【図2】



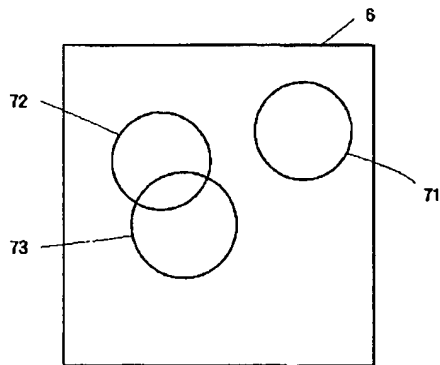
【図3】



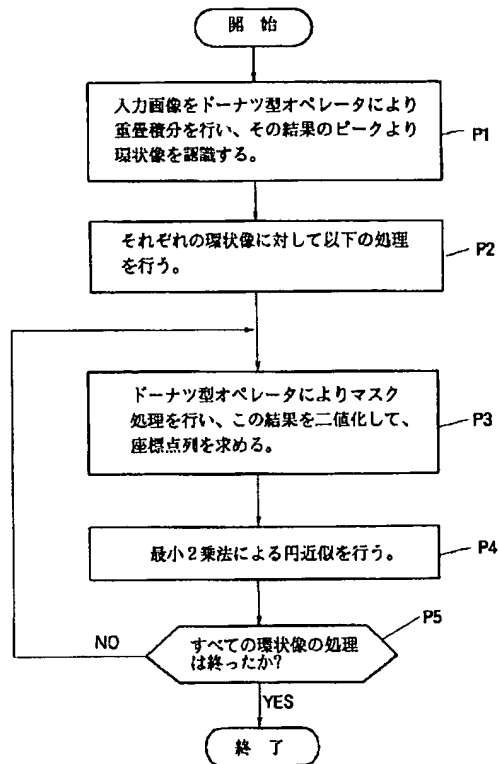
【図4】



【図5】



【図7】



PAT-NO: JP02003187348A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003187348 A  
TITLE: MONITORING DEVICE AND METHOD FOR USING THE  
MONITORING DEVICE IN DAYTIME  
PUBN-DATE: July 4, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMIZU, MASAFUMI	N/A
SUDA, HIROTO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>	N/A

APPL-NO: JP2001388650

APPL-DATE: December 21, 2001

INT-CL (IPC): G08B021/10, G01D021/00 , G08B025/00 , H04N005/225 ,  
H04N007/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a monitoring device capable of quickly and accurately recognizing occurrence of mudslide, avalanche, landslide, etc., and to provide a method for using the monitoring device in the daytime.

SOLUTION: The monitoring device is provided with a camera for converting images to digital data and a mark arranged inside a monitoring area such as a road and a mountain road to be monitored by the camera and reflecting light, for monitoring the occurrence of the mudslide, the avalanche the landslide, etc., by monitoring the mark by the camera and detecting the position change or

loss or the like of the mark. The monitoring device is provided with a sensor incorporated in the mark for detecting the acceleration or inclination or the like of earth and sand around the mark, and a camera controller for receiving data transmitted from the sensor and controlling the direction and magnification of the camera based on the received data.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO